

**PENGARUH VARIASI *TURBO CYCLONE* PADA SALURAN UDARA  
MASUK TERHADAP UNJUK KERJA MOBIL AVANZA VELOZ TAHUN  
2012**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**YULIAN PRIAN MAHARAKA**

**D 200 140 037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGARUH VARIASI *TURBO CYCLONE* PADA SALURAN UDARA  
MASUK TERHADAP UNJUK KERJA MOBIL AVANZA VELOZ TAHUN  
2012**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

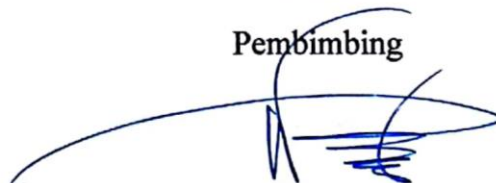
**YULIAN PRIAN MAHARAKA**

**D 200 140 037**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, sweeping horizontal stroke followed by several vertical and diagonal strokes, identifying the supervisor.

**Wijianto, ST, M. Eng., Sc.**

**NIK. 788**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH VARIASI *TURBO CYCLONE* PADA SALURAN UDARA  
MASUK TERHADAP UNJUK KERJA MOBIL AVANZA VELOZ TAHUN  
2012**

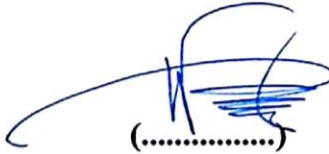
**OLEH**

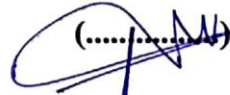
**YULIAN PRIAN MAHARAKA**  
**D 200 140 037**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Rabu, 03 Juli 2018**

**Dewan Penguji:**

- 1. Wijianto, ST, M.Eng,Sc.  
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Ir. Agung Setyo Darmawan, MT  
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Amin Sulistyanto, ST, MT  
(Anggota II Dewan Penguji)**

  
(.....)

  
(.....)

  
(.....)

**Dekan,**

  
  
**Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D**  
**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Juli 2018

Penulis



**YULIAN PRIAN MAHARAKA**  
**D 200 140 037**

## **Pengaruh Variasi *Turbo Cyclone* pada Saluran Udara Masuk Terhadap Unjuk Kerja Mobil Avanza Veloz Tahun 2012**

### ***Abstrak***

*Turbo cyclone adalah alat tambahan yang digunakan pada motor bakar yang berfungsi untuk mengubah aliran udara pada intake manifold menjadi swirl. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh unjuk kerja motor bakar berupa torsi, tekanan efektif rata-rata dan daya antara mesin yang tidak memanfaatkan turbo cyclone dengan mesin yang memanfaatkan turbo cyclone. Penelitian ini juga untuk mendapatkan desain turbo cyclone yang baik untuk motor bakar bensin 1500 cc.*

*Penelitian ini merupakan jenis penelitian perancangan. Peneliti merancang sebuah turbo cyclone dengan variasi jenis sudu dan jumlah sudu. Penelitian ini juga menggunakan metode eksperimen, dimana penelitian memanfaatkan turbo cyclone yang telah dirancang sebelumnya ke dalam pengujian untuk membandingkan kinerja dari motor bakar kondisi standard tanpa menggunakan turbo cyclone dengan kinerja motor bakar menggunakan turbo cyclone pada saluran udara sebelum throttle body. Variabel bebas penelitian yakni penggunaan turbo cyclone jumlah sudu 3 jenis sudu berlubang (model B3), turbo cyclone jumlah sudu 6 jenis sudu berlubang (model B6), turbo cyclone jumlah sudu 3 jenis sudu tidak berlubang (model A3), dan turbo cyclone jumlah sudu 6 jenis sudu tidak berlubang (model A6). Variabel terikat yang diamati yaitu unjuk kerja motor bakar berupa torsi, tekanan efektif rata-rata dan daya.*

*Hasil penelitian menunjukkan torsi tertinggi yaitu 149,6 Nm pada putaran 4000 rpm pada penggunaan turbo cyclone model B3. Hasil perhitungan tekanan efektif rata-rata tertinggi yaitu 1288,51 kPa pada putaran 4000 rpm. Unjuk kerja motor bakar berupa daya hasil tertinggi pada motor bakar standar tanpa menggunakan turbo cyclone yaitu 85,79 kW pada putaran 6000 rpm. Desain terbaik untuk diterapkan pada motor bakar bensin 1500cc yaitu turbo cyclone model B3.*

***Kata kunci:*** Daya, Swirl, Turbo Cyclone

### ***Abstract***

*Turbo cyclone is an additional tool used in the engine combustion which serves to change the flow of air in the intake manifold becomes swirl. This study investigated the performance effect of the engine combustion in the form of torque, mean effective pressure, and the power between an engine that do not use turbo cyclone with an engine that utilizes turbo cyclone. In addition, this study has purpose to get a good design of turbo cyclone for engine combustion of gasoline 1500 cc.*

*This study used type of research design. It designed a turbo cyclone with variation in the type of blade and number of blades. This research uses experimental method. This research utilized turbo cyclone that has been made in the design prior to the testing for comparing the performance of engine combustion without turbo cyclone in standard condition with the performance of using turbo cyclone on the air duct before the throttle*

*body. The independent variable of this study is the use of turbo cyclone with 3 types of blade perforated (type B3), turbo cyclone with 6 types of blade perforated (type B6), turbo cyclone with 3 types of blade not perforated (type A3), and turbo cyclone with 6 types of blade not perforated (type A6). While, this research observed the performance of the engine combustion in the form of torque, mean effective pressure, and power as the dependent variable.*

*The result showed that the highest torque is 149,6 Nm at 4000 rpm on the use of turbo cyclone type B3. The result of the highest mean effective pressure is 1288,51 kPa at 4000 rpm. While, performance of highest power in the engine combustion standard without the use of turbo cyclone is 85,79 kW at 6000 rpm. The best design to be applied on the gasoline engine of 1500cc is turbo cyclone type B3.*

**Keywords:** Power, Swirl, Turbo Cyclone

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Persediaan minyak bumi dewasa ini semakin menipis dan diiringi dengan harga yang mahal. Penyebab utama terjadinya hal ini yaitu karena minyak bumi memerlukan waktu panjang dalam pembentukannya. Bahan bakar minyak ini tidak dapat disediakan di setiap tempat dan waktu. Sumber energi ini tidak dapat diperbarui dengan campuran manusia. Manusia masih bergantung pada energi ini. Ketergantungan manusia terhadap minyak bumi mengakibatkan ketidak seimbangan antara waktu dan volume minyak tersebut. Volume produksi minyak oleh alam tidak sebanding dengan volume konsumsi minyak manusia. Dengan demikian cadangan minyak di dunia ini seiring dengan bertambahnya waktu akan menipis dan bahkan habis. Pemanfaatan minyak bumi terbesar saat ini adalah digunakan untuk energi kendaraan bermotor.

Indonesia adalah salah satu pengguna bahan bakar minyak yang tinggi. Satu dari beberapa faktor penyebabnya adalah efisiensi yang minim pada mesin motor bakar kendaraan. Motor bakar dengan efisiensi rendah disebabkan karena dalam proses pembakaran pada ruang bakar terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Berbagai penelitian telah dilakukan sebagai solusi dari masalah tersebut. Upaya dalam meningkatkan efisiensi motor bakar dengan memperbaiki pembakaran untuk mendapatkan hasil yang lebih baik juga dilakukan oleh Sei Y Kim melalui alat

temuannya yang disebut dengan *Turbo Cyclone*. *Turbo cyclone* adalah alat tambahan yang digunakan pada motor bakar yang berfungsi untuk membuat aliran udara pada *intake manifold* menjadi berputar. Berputarnya aliran udara akan memperbaiki tingkat efisiensi pencampuran bahan bakar dengan udara (*fuel/air mixing*), meningkatkan intensitas pembakaran dan menstabilkan nyala api pembakaran dengan memanfaatkan zona yang masih dipengaruhi perputaran [Ping Wang dalam Mochammad, 09:2007]. Dengan penambahan *Turbo Cyclone* akan menyebabkan adanya perubahan karakteristik aliran udara, antara lain yaitu turbulensi dan penurunan tekanan.

Oleh sebab itu penulis ingin melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh variasi jumlah sudu dan jenis sudu *Turbo Cyclone* pada mobil injeksi terhadap unjuk kerja berupa daya, torsi yang paling optimum. Pada penelitian ini unjuk kerja mesin akan diuji pada mesin *dyno test* mobil dengan perbandingan variasi berikut, *turbo cyclone* jumlah sudu 3 jenis sudu tidak berlubang (*turbo cyclone* model A3), *turbo cyclone* jumlah sudu 6 jenis sudu tidak berlubang (*turbo cyclone* model A6), *turbo cyclone* jumlah sudu 3 jenis sudu berlubang (*turbo cyclone* model B3), dan *turbo cyclone* jumlah sudu 6 jenis sudu berlubang (*turbo cyclone* model B6).

## **1.2 Perumusan masalah**

Untuk mempermudah penelitian maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana perbandingan torsi yang dihasilkan dari setiap variasi *turbo cyclone*?
- 2) Bagaimana perbandingan nilai daya mobil dari penggunaan tiap variasi *turbo cyclone* yang dibuat?
- 3) Bagaimana perbandingan variasi *turbo cyclone* yang digunakan pada mobil dengan mobil tanpa menggunakan *turbo cyclone* tersebut, yang menghasilkan torsi dan daya yang optimum?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1) Mengetahui pengaruh penambahan *turbo cyclone* terhadap unjuk kerja motor bakar berupa torsi, tekanan efektif rata-rata dan daya.

- 2) Mendapatkan desain serta membuat *turbo cyclone* yang optimal diterapkan pada motor bakar bensin 1500 cc.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Ruang lingkup dalam penelitian ini terbatas hanya pada:

- 1) Bahan yang digunakan untuk pembuatan *turbo cyclone* adalah *stainless steel*.
- 2) *Turbo cyclone* yang digunakan yaitu *turbo cyclone* JSC yang di variasi jumlah dan jenis sudunya.
- 3) Variasi *turbo cyclone* yang digunakan yaitu *turbo cyclone* jumlah sudu 3 dengan jenis sudu tidak berlubang (*turbo cyclone* model A3), *turbo cyclone* jumlah sudu 6 dengan jenis sudu tidak berlubang (*turbo cyclone* model A6), *turbo cyclone* jumlah sudu 3 dengan jenis sudu berlubang (*turbo cyclone* model B3), dan *turbo cyclone* jumlah sudu 6 dengan jenis sudu berlubang (*turbo cyclone* model B6).
- 4) Sudut kemiringan sudu yang digunakan yaitu  $26^{\circ}$ .
- 5) Mobil yang digunakan yaitu Avanza veloz tahun produksi 2012 standar tanpa ada perubahan mesin.
- 6) Pada saat pengujian AC dimatikan.
- 7) Unjuk kerja mobil berupa torsi, tekanan efektif rata-rata dan daya sebagai suatu objek penelitian.
- 8) Alat yang digunakan untuk mengetahui unjuk kerja mobil yaitu *chassis dynamometer*.

#### **1.5 Tinjauan Pustaka**

Beberapa penelitian yang sama mengenai *Turbo Cyclone* dan pemanfaatannya pada mesin motor bakar pernah dilakukan. Pada penelitian Kosjoko (2008) tentang pengaruh *turbo cyclone* 6 sirip tanpa lubang pada *intake manifold* terhadap unjuk kerja motor bensin 4 Tak 100 cc dengan perbandingan daya efektif *manifold* standar terhadap penggunaan *turbo cyclone* sudut  $45^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ , dan  $65^{\circ}$ . Penggunaan *turbo cyclone* menghasilkan torsi dan daya yang lebih besar pada putaran tinggi yaitu 6250 rpm s/d 9000 rpm dari pada kondisi standar. Torsi (T) rata-rata tertinggi terdapat pada variasi



*turbo cyclone* dengan sudut kemiringan  $65^\circ$  yaitu sebesar 3,10 Nm pada putaran mesin 5500 rpm. Daya Efektif (Ne) rata-rata tertinggi terdapat pada variasi *turbo cyclone* dengan sudut kemiringan  $65^\circ$  sebesar 3,03 Hp pada putaran mesin 6750 rpm. Pada (Fc) Fuel Consumption rata-rata terendah diperoleh pada variasi *turbo cyclone* dengan sudut kemiringan  $55^\circ$  sebesar 0,75429 kg/jam pada putaran 4000 rpm.

Nely Ana M (2016) tentang analisis prestasi kerja motor 4 tak dengan penggunaan *turbo cyclone*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prestasi kerja motor bakar bensin yang dianalisis meliputi momen torsi, daya, dan performa pada putaran 4750 rpm - 10000 rpm. Dari hasil pengujian pada intake manifold standar dengan torsi rata-rata 3,750 Nm sedangkan pada *turbo cyclone* sudut  $65^\circ$  meningkat sebesar 0,145 Nm menjadi 3.895 Nm, atau mengalami kenaikan 3,866%. Hal ini menunjukkan dengan adanya *turbo cyclone* dengan sudut  $65^\circ$  memberikan pengaruh (meningkatkan torsi) pada putaran tinggi, diatas 5000 rpm. Daya rata-rata pada manifold tanpa sirip sebesar 3,790 Hp. Pada variasi  $65^\circ$  sebesar 3,953 Hp mengalami kenaikan 4,30% atau naik 0,163 Hp. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *turbo cyclone* dengan sudut  $65^\circ$  memberikan pengaruh positif yaitu kenaikan daya output pada putaran mesin diatas 7000 rpm.

Kemudian Meiraga Rendi dan Muhaji. (2013) telah melakukan penelitian mengenai penggunaan *turbo Cyclone* dengan variasi sudut sudu  $30^0, 45^0, 60^0$  pada mesin Honda Civic SR4, diperoleh hasil unjuk kerja pada putaran rendah penggunaan *turbo cyclone* sudut sudu  $30^0, 45^0, 60^0$  menurun. Pada putaran menengah mulai ada peningkatan terhadap daya dan torsi yang dihasilkan setiap variabel *turbo cyclone*. Torsi tertinggi dicapai pada penggunaan *turbo cyclone* dengan sudut  $30^0$ . Hal itu menunjukkan adanya perbaikan kualitas pembakaran dalam motor bakar karena terjadi peningkatan unjuk kerja mesin.

## 1.6 Dasar Teori

### 1.6.1 Motor Pembakaran Dalam (Internal Combustion Engine)

Motor Pembakaran dalam atau disebut dengan istilah motor bakar adalah suatu mesin konversi energi yang memanfaatkan fluida kerja/gas panas hasil dari pembakaran, di mana antara medium yang memanfaatkan fluida kerja dengan fluida kerjanya tidak dipisahkan oleh dinding pemisah (Pudjanarsa dan Nursuhud, 2006). Pada dasarnya motor bakar merupakan pesawat kalori yang mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanis. Energi kimia dari bahan bakar bercampur dengan udara dilakukan proses pembakaran atau oksidasi untuk menghasilkan energi panas, energi panas tersebut menghasilkan peningkatan tekanan di dalam ruang bakar yang kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan torak (*piston*). Torak tersebut mendistribusikan energi untuk menghasilkan gerak rotasi pada poros engkol (*crankshaft*) sebagai keluaran dari mekanisme motor bakar. Mesin konversi energi yang tergolong dalam jenis motor pembakaran dalam adalah motor bensin (motor *otto*), dan motor diesel.

### 1.6.2 Proses Pembakaran Motor Bakar

Sebagaimana yang telah dijelaskan diatas motor bakar bensin maupun motor bakar diesel memanfaatkan energi kimia dari bahan bakar dicampur dengan udara yang diubah menjadi energi panas untuk menghasilkan energi mekanis. Proses untuk menghasilkan energi panas dari bahan bakar harus melalui proses reaksi kimia. Proses reaksi kimia harus memenuhi tiga unsur untuk mencapai terjadinya pembakaran. Tiga unsur tersebut yaitu kalor, bahan bakar, dan udara. Apabila salah satu unsur tersebut tidak terpenuhi maka tidak akan terjadi pembakaran dalam ruang bakar.

Pembakaran yang terjadi pada ruang bakar jika ketiga unsur tersebut perbandingan jumlahnya sesuai. Namun pada kenyataannya pembakaran yang terjadi pada mesin motor bakar tidak pernah mengalami pembakaran sempurna. Hal ini dipengaruhi oleh batasan tertentu seperti perbandingan jumlah bahan bakar dengan udara, di sisi ini skala perbandingan miskin dan kaya sangat berpengaruh.

### 1.6.3 Unjuk Kerja Motor Bakar

Unjuk kerja motor bakar adalah suatu parameter keberhasilan mesin motor bakar menghasilkan kerja, yaitu mengonversi energi kimia dari percampuran bahan bakar menjadi energi panas dan menghasilkan energi mekanis. Unjuk kerja motor bakar bergantung pada beberapa parameter antara lain yaitu kinematika torak, tekanan efektif, torsi, dan daya, serta konsumsi bahan bakar spesifik.

#### 1) Daya

Rumus untuk mencari daya:

$$Ne = \frac{T.n.2.\pi}{60 \times 1000} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

T = Torsi (Nm)

N = Kecepatan putaran mesin (rpm)

#### 2) Torsi dan Tekanan Efektif Rata-rata

Rumus untuk mencari tekanan efektif rata-rata:

$$Pm = \frac{Ne.60.1000.a}{L.A.n.i} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

Pm = Tekanan efektif rata-rata (kPa)

Ne = Daya keluaran (W)

L = Panjang langkah torak (m)

A = Luas penampang silinder (cm<sup>2</sup>)

i = Jumlah silinder

n = Kecepatan putaran mesin (rpm)

a = Jumlah putaran pada satu siklus kerja

(2-langkah a = 1, 4-langkah a = 2)

Kemudian untuk mencari torsi dapat memasukkan rumus daya kedalam rumus tekanan efektif rata-rata.

$$Pm = \frac{\frac{T.n.2.\pi}{60000} . 60000 . a}{L.A.n.i} \dots\dots\dots (3)$$

Maka didapatkan rumus

$$T = \frac{Pm.A.L.i}{a.2.\pi} \dots\dots\dots(4)$$

### 3) Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar (*Fuel Consumption*, FC) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FC = \frac{\rho_{bb}.V}{t} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

- FC = Konsumsi bahan bakar (gr/detik)
- $\rho_{bb}$  = Massa jenis bahan bakar (gr/ml)
- V = Volume (ml)
- t = waktu (detik)

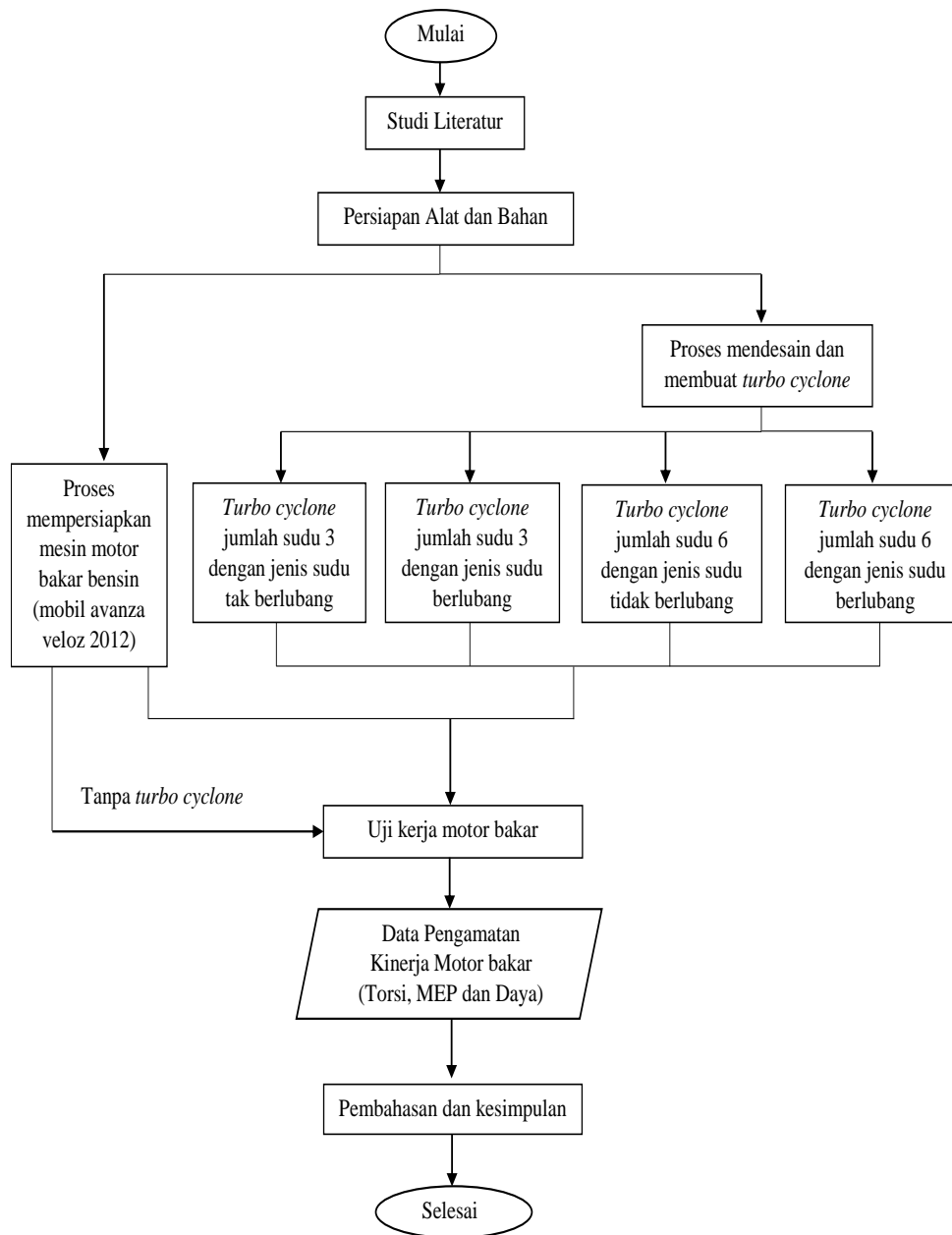
#### 1.6.4 Bahan Bakar

Bahan bakar (*fuel*) yaitu suatu zat yang memiliki sebuah energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas/*thermal* yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Sebagian besar bahan bakar energi yang tersimpan yaitu energi kimia. Dalam memanfaatkan energi kimia tersebut harus dirubah menjadi energi yang dibutuhkan menggunakan mesin konversi energi. Manusia memanfaatkan bahan bakar untuk kebutuhannya dengan melalui proses pembakaran, proses reaksi *exothermal* dan reaksi nuklir. Hidrokarbon sejauh ini termasuk bahan bakar yang paling banyak dimanfaatkan manusia untuk memenuhi kebutuhan energi. Berdasarkan wujud dan perlakuan pemanfaatan energinya bahan bakar sendiri memiliki tiga jenis yaitu bahan bakar cair, gas dan padat.

## 2. METODE

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir proses penelitian dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini antara lain:

- 1) *Turbo Cyclone*

- 2) Bor
- 3) Gergaji Besi
- 4) Mata Gerinda Tuner
- 5) Kikir
- 6) Blower
- 7) Chassis Dynamometer
- 8) Mobil Avanza Veloz

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini antara lain:

- 1) Stiker Alumunium foil
- 2) Udara
- 3) Pertamina

### **2.3 Prosedur Pengujian**

Berikut langkah-langkah pengujian untuk mengetahui unjuk kerja motor bakar berupa torsi dan daya:

- 1) Menyiapkan alat uji *dynamometer chassis*.
- 2) Memasang motor bensin pada alat *dynamometer chassis* dengan cara menepatkan roda belakang pada roda roller alat uji dynamometer dan mencekam roda depan pada penjepit ban, gunanya untuk menahan mobil tidak melaju ke depan.
- 3) Apabila mobil sudah pada posisi yang tepat maka langkah selanjutnya yaitu menghidupkan mesin mobil dan *dynamometer chassis*.
- 4) Setelah mesin mobil sudah siap untuk dilakukan pengujian maka memulai proses pengambilan data torsi dan daya pada kecepatan mesin 1500 – 6500 rpm.
- 5) Mengamati grafik torsi dan daya yang dihasilkan mesin mobil pada monitor alat uji *dynamometer chassis*.



Gambar 2. Proses Pengujian Unjuk kerja Motor Bakar Mobil

- 6) Lakukan pengulangan pengujian tiga kali setiap variasi untuk mendapatkan hasil yang akurat.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

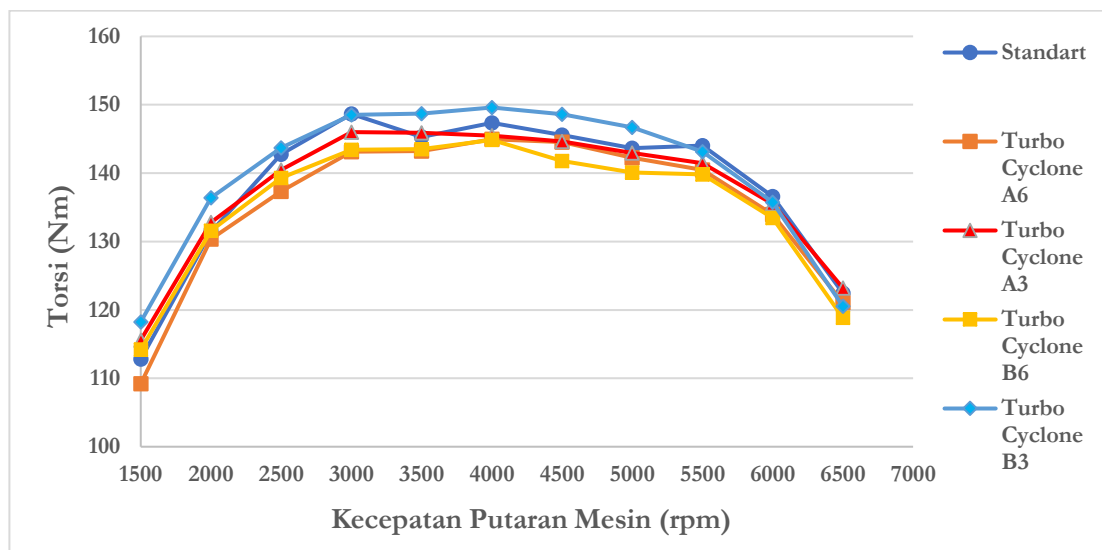
Setelah memperoleh data pengujian, kemudian dilakukan analisa-analisa berdasarkan pada teori yang telah ada, selanjutnya hasil analisa tersebut dituangkan kedalam pembahasan sebagai berikut:

#### 3.1 Hasil Pengujian Torsi

Tabel 1. Hasil Pengujian Torsi Motor Bakar (Nm)

| rpm         | TORSI (Nm) |                   |                   |                   |                   |
|-------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|             | Standar    | <i>Turbo</i>      | <i>Turbo</i>      | <i>Turbo</i>      | <i>Turbo</i>      |
|             | d          | <i>Cyclone A6</i> | <i>Cyclone A3</i> | <i>Cyclone B6</i> | <i>Cyclone B3</i> |
| <b>1500</b> | 112.8      | 109.2             | 115.6             | 114.2             | 118.25            |
| <b>2000</b> | 131.4      | 130.35            | 132.8             | 131.6             | 136.4             |
| <b>2500</b> | 142.75     | 137.35            | 140.45            | 139.3             | 143.7             |
| <b>3000</b> | 148.65     | 143.15            | 146               | 143.4             | 148.5             |
| <b>3500</b> | 145.3      | 143.25            | 145.9             | 143.5             | 148.7             |
| <b>4000</b> | 147.35     | 144.95            | 145.5             | 144.85            | 149.6             |
| <b>4500</b> | 145.55     | 144.55            | 144.65            | 141.8             | 148.6             |
| <b>5000</b> | 143.65     | 142.25            | 142.95            | 140.1             | 146.7             |
| <b>5500</b> | 144.05     | 140.45            | 141.45            | 139.8             | 143.15            |

|             |        |        |       |        |        |
|-------------|--------|--------|-------|--------|--------|
| <b>6000</b> | 136.6  | 133.95 | 135.5 | 133.45 | 135.75 |
| <b>6500</b> | 122.45 | 121.05 | 123.2 | 118.85 | 120.55 |



Gambar 3. Grafik Perbandingan Torsi Motor Bakar

Berdasarkan pengujian unjuk kerja mesin motor bakar diperoleh data seperti pada tabel 4.1. Data tersebut kemudian dianalisis dan didapatkan grafik perbandingan torsi dari lima pengujian yang telah dilakukan. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui adakah pengaruh penggunaan *turbo cyclone* terhadap kenaikan torsi dari motor bakar.

Dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan torsi pada penggunaan *turbo cyclone* model B3, namun untuk penggunaan *turbo cyclone* model lainnya mengalami penurunan dari pada motor bakar standar tanpa penggunaan *turbo cyclone*. Hal ini terbukti ketika motor bakar dengan bahan bakar pertamax standar menghasilkan torsi maksimum sebesar 148,65 Nm pada putaran mesin 3000 rpm. Sedangkan ketika motor bakar menggunakan *turbo cyclone* model B3 torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 149,6 Nm pada putaran mesin 4000 rpm.



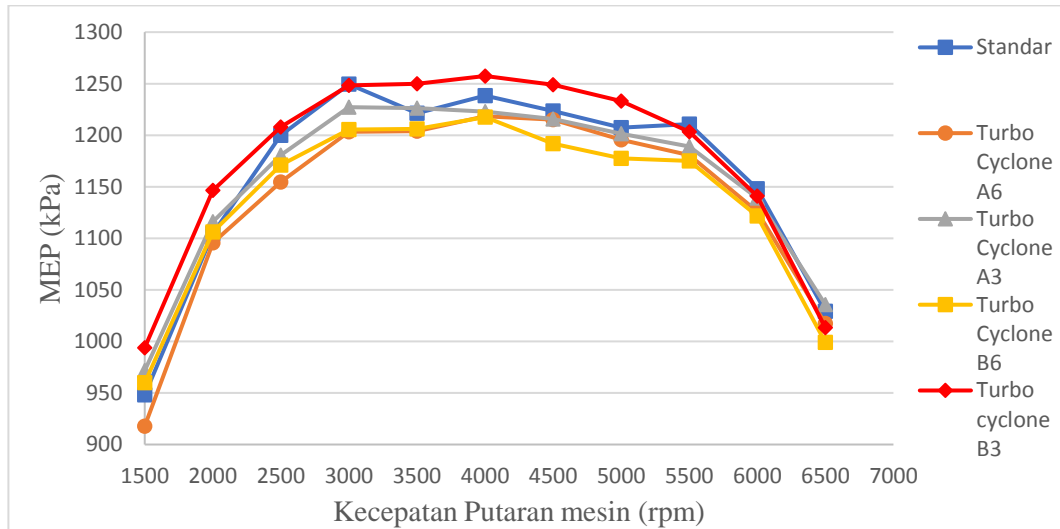
Kemudian untuk pengujian motor bakar dengan menggunakan *turbo cyclone* model lainnya mengalami penurunan torsi. Pada motor bakar dengan *turbo cyclone* model A6 dihasilkan torsi maksimum 144,95 Nm pada putaran 4000 rpm, motor bakar dengan *turbo cyclone* model A3 torsi maksimumnya 145,9 Nm pada putaran 3500 rpm, serta motor bakar dengan *turbo cyclone* model B6 menghasilkan torsi maksimum 144,85 Nm pada putaran mesin 4000 rpm.

Dari keseluruhan hasil pengujian torsi motor bakar, penambahan *turbo cyclone* model B3 dapat meningkatkan torsi. Hal ini disebabkan karena penambahan *turbo cyclone* model B3 dapat mengubah aliran lurus menjadi pusaran sehingga pencampuran bahan bakar dengan udara baik, sehingga menghasilkan peningkatan daya dari pada motor bakar standar.

### 3.2 Hasil Perhitungan Tekanan Efektif Rata-rata

Tabel 2. Hasil Perhitungan Tekanan Efektif Rata-rata (kPa)

| rpm         | Tekanan Efektif Rata-rata (kPa) |                         |                         |                         |                         |
|-------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|             | Standar                         | <i>Turbo Cyclone A6</i> | <i>Turbo Cyclone A3</i> | <i>Turbo Cyclone B6</i> | <i>Turbo Cyclone B3</i> |
| <b>1500</b> | 948.15                          | 917.89                  | 971.69                  | 959.92                  | 993.96                  |
| <b>2000</b> | 1104.50                         | 1095.67                 | 1116.26                 | 1106.18                 | 1146.52                 |
| <b>2500</b> | 1199.90                         | 1154.51                 | 1180.57                 | 1170.90                 | 1207.88                 |
| <b>3000</b> | 1249.49                         | 1203.26                 | 1227.22                 | 1205.36                 | 1248.23                 |
| <b>3500</b> | 1221.33                         | 1204.10                 | 1226.38                 | 1206.20                 | 1249.91                 |
| <b>4000</b> | 1238.57                         | 1218.39                 | 1223.01                 | 1217.55                 | 1257.48                 |
| <b>4500</b> | 1223.43                         | 1215.03                 | 1215.87                 | 1191.91                 | 1249.07                 |
| <b>5000</b> | 1207.46                         | 1195.70                 | 1201.58                 | 1177.62                 | 1233.10                 |
| <b>5500</b> | 1210.83                         | 1180.57                 | 1188.97                 | 1175.10                 | 1203.26                 |
| <b>6000</b> | 1148.20                         | 1125.93                 | 1138.96                 | 1121.73                 | 1141.06                 |
| <b>6500</b> | 1029.27                         | 1017.50                 | 1035.57                 | 999.01                  | 1013.29                 |



Gambar 4. Perbandingan Tekanan Efektif Rata-rata

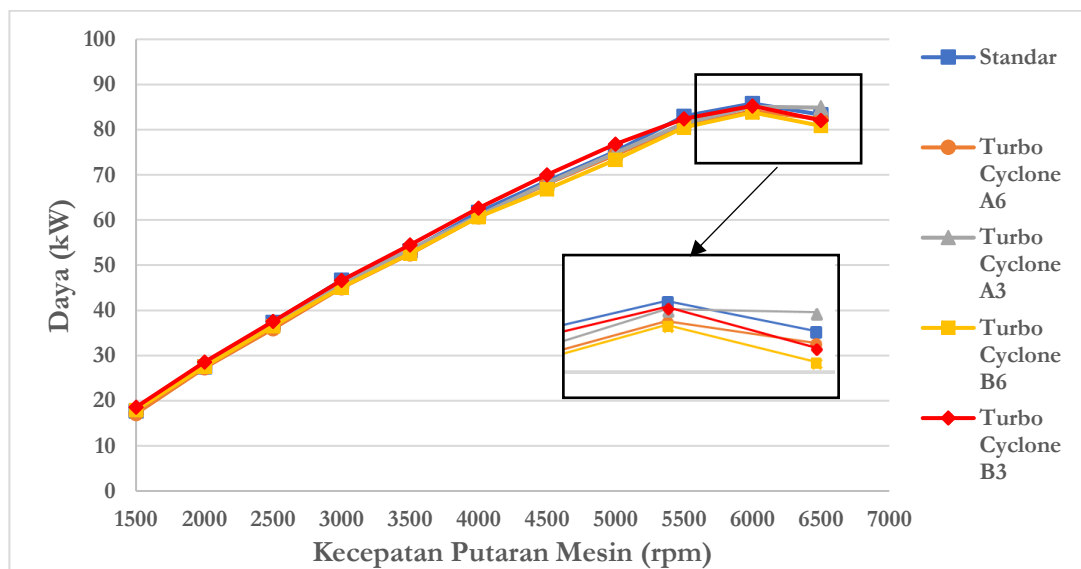
Dari gambar grafik diatas penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan tekanan efektif rata-rata (MEP) tertinggi, tetapi tekanan efektif rata-rata paling rendah dihasilkan motor bakar menggunakan *turbo cyclone* model B6. Hal ini dibuktikan motor bakar menggunakan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan MEP maksimum 1257,48 kPa pada putaran mesin 4000 rpm, motor bakar standar menghasilkan MEP maksimum 1249,49 kPa pada putaran mesin 3000 rpm, motor bakar menggunakan *turbo cyclone* model A6 menghasilkan MEP maksimum 1218,39 kPa pada putaran mesin 4000 rpm, motor bakar menggunakan *turbo cyclone* model A3 menghasilkan MEP maksimum 1227,22 kPa pada putaran mesin 3000 rpm, dan motor bakar menggunakan *turbo cyclone* model B6 menghasilkan MEP maksimum 1217,55 pada putaran mesin 4000.

Dari hasil analisis pengujian dari motor bakar standar hingga menggunakan *turbo cyclone* yang sudah dilakukan, maka didapatkan pembahasan tekanan efektif rata-rata yang maksimum pada putaran antara 3000-4000 rpm. *Turbo cyclone* yang digunakan pada motor bakar mampu menambah tekanan efektif rata-rata pada motor bakar standar yaitu *turbo cyclone* model B3. Namun penggunaan *turbo cyclone* pada motor bakar model lain cenderung mengalami penurunan dari kondisi motor standar.

### 3.3 Hasil Pengujian Daya

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya Motor Bakar (kW)

| rpm  | DAYA (kW) |                         |                         |                         |                         |
|------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|      | Standar   | <i>Turbo Cyclone A6</i> | <i>Turbo Cyclone A3</i> | <i>Turbo Cyclone B6</i> | <i>Turbo Cyclone B3</i> |
| 1500 | 17.71     | 17.15                   | 18.16                   | 17.93                   | 18.57                   |
| 2000 | 27.52     | 27.29                   | 27.78                   | 27.55                   | 28.56                   |
| 2500 | 37.36     | 35.94                   | 36.76                   | 36.46                   | 37.58                   |
| 3000 | 46.68     | 44.97                   | 45.82                   | 45.04                   | 46.64                   |
| 3500 | 53.24     | 52.50                   | 53.47                   | 52.57                   | 54.47                   |
| 4000 | 61.71     | 60.70                   | 60.92                   | 60.66                   | 62.64                   |
| 4500 | 68.57     | 68.01                   | 68.16                   | 66.81                   | 70.02                   |
| 5000 | 75.20     | 74.46                   | 74.83                   | 73.34                   | 76.81                   |
| 5500 | 82.96     | 80.87                   | 81.39                   | 80.50                   | 82.44                   |
| 6000 | 85.79     | 84.11                   | 85.08                   | 83.82                   | 85.27                   |
| 6500 | 83.33     | 82.40                   | 84.86                   | 80.87                   | 82.03                   |



### Gambar 5. Grafik Perbandingan Daya Motor Bakar

Dari hasil data pengujian daya mesin terhadap putaran mesin pada tabel 4.2 dan didapatkan hasil perbandingan daya motor bakar dari kondisi motor bakar standar dengan menggunakan *turbo cyclone* berupa grafik (gambar 4.4). pada pengujian ini untuk mengetahui adakah pengaruh *turbo cyclone* terhadap daya motor bakar yang dihasilkan.

Daya yang dihasilkan dari penambahan penggunaan *turbo cyclone* model B3 memberikan pengaruh penambahan daya pada putaran mesin 1500 – 5000 rpm. Hal ini dapat dilihat dari tabel 4.2. Pada putaran 5000 rpm ke atas penambahan *turbo cyclone* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap motor bakar. Hal ini dibuktikan dengan data hasil daya tertinggi motor bakar standar yaitu 85,79 kW pada putaran mesin 6000 rpm. Motor bakar dengan menggunakan *turbo cyclone* model A6 menghasilkan daya maksimum 84,11 kW pada putaran mesin 6000 rpm, motor bakar dengan menggunakan *turbo cyclone* model A3 menghasilkan daya maksimum 85,08 kW pada putaran mesin 6000 rpm, motor bakar dengan menggunakan *turbo cyclone* model B6 menghasilkan daya maksimum 83,82 kW pada putaran mesin 6000 rpm, serta motor bakar menggunakan *turbo cyclone* model A3 menghasilkan daya maksimum sebesar 85,27 kW pada putaran mesin 6000 rpm.

Dari keseluruhan hasil pengujian daya motor bakar, penambahan *turbo cyclone* model B3 dapat meningkatkan daya pada putaran 1500 – 5000 rpm disebabkan karena penambahan *turbo cyclone* dapat mengubah aliran lurus menjadi pusaran sehingga percampuran bahan bakar dengan udara baik sehingga menghasilkan peningkatan daya dari pada motor bakar standar. Namun pada putaran 5000 rpm ke atas motor bakar dengan penambahan *turbo cyclone* model B3 mengalami penurunan daya. Hal ini disebabkan suplai udara pada ruang bakar pada rpm tinggi tidak dapat memenuhi kebutuhan ruang bakar dan dengan penambahan *turbo cyclone* menyebabkan bertambah besarnya hambatan aliran udara sehingga suplai udara ke ruang bakar semakin berkurang.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pemanfaatan *turbo cyclone* yang dipasang pada saluran udara masuk mobil avanza veloz tahun 2012 sebagai pengubah aliran udara lurus menjadi aliran pusar (*swirl*) mampu meningkatkan unjuk kerja berupa torsi, tekanan efektif rata-rata dan daya. Peningkatan unjuk kerja motor hanya terjadi pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 (*Turbo Cyclone* jumlah sudu 3 jenis sudu berlubang) dengan torsi maksimum sebesar 149,6 Nm pada putaran mesin 4000 rpm. Peningkatan tekanan efektif rata-rata terjadi pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 dengan tekanan efektif rata-rata maksimum 1257,48 kPa pada putaran mesin 4000 rpm. Karena dalam aplikasinya mobil avanza veloz digunakan pada rpm 1500 - 5000 rpm. Untuk unjuk kerja motor bakar berupa daya penambahan *turbo cyclone* model B3 mampu memberikan peningkatan daya pada putaran 1500 – 5000 rpm. Daya pada motor bakar standar pada putaran 1500 rpm menghasilkan daya 17,71 kW sedangkan pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan daya 18,57 kW, motor bakar standar pada putaran 2000 rpm menghasilkan daya 27,52 kW sedangkan pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan daya 28,56 kW, motor bakar standar pada putaran 2500 rpm menghasilkan daya 37,36 kW sedangkan pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan daya 37,58 kW, motor bakar standar pada putaran 3000 rpm menghasilkan daya 46,68 kW sedangkan pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan daya 46,64 kW, motor bakar standar pada putaran 3500 rpm menghasilkan daya 53,24 kW sedangkan pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan daya 54,47 kW, motor bakar standar pada putaran 4000 rpm menghasilkan daya 61,71 kW sedangkan pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan daya 62,64 kW, motor bakar standar pada putaran 4500 rpm menghasilkan daya 68,57 kW

sedangkan pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan daya 70,02 kW, motor bakar standar pada putaran 5000 rpm menghasilkan daya 75,20 kW sedangkan pada penggunaan *turbo cyclone* model B3 menghasilkan daya 76,81 kW.

- 2) *Turbo cyclone* dibuat menggunakan bahan utama stainless steel dengan tebal plat 0,5 mm. *turbo cyclone* yang optimal untuk diterapkan pada motor bakar untuk meningkatkan unjuk kerja berupa torsi dan tekanan efektif rata-rata yaitu *turbo cyclone* model B3 (jenis sudu berlubang dan jumlah sudu 3).

#### **4.2 Saran**

Penulis menyadari bahwa permasalahan yang belum terungkap yang berkaitan dengan *turbo cyclone* yang didesain dan dibuat. Oleh karena itu untuk dapat mengembangkan lebih lanjut penelitian ini maka peneliti memberi saran sebagai berikut:

- 1) Sudu *turbo cyclone* sebisa mungkin permukaannya dibuat halus tanpa ada permukaan yang timbul sehingga udara yang mengalir tidak mengalami banyak gesekan pada permukaan sudu.
- 2) Dalam pengujian seharusnya dilakukan beberapa kali pengambilan data dalam berbagai kondisi berkendara agar data yang diambil lebih akurat dan mendekati kondisi sesungguhnya.
- 3) Variabel kontrol dalam penelitian ini hanya menggunakan unjuk kerja motor bakar berupa torsi, daya dan tekanan efektif rata-rata, sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menganalisa membahas konsumsi bahan bakar, *air fuel ratio* (AFR), bentuk aliran udara yang lebih spesifik. Sehingga dapat dianalisis efisiensi bahan bakar bakarnya, perbandingan bahan bakar dan bentuk alirannya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Arismunandar Wiranto. 2005. *Motor Bakar torak*. ITB. Bandung

Astu P., Djati N. 2006. *Mesin Konversi Energi*. Andi Offset. Yogyakarta.

- Cahya Glenn. D.R. 2013. *Kajian Aliran Fluida pada Mesin Otto Empat Langkah Satu Silinder Berkapasitas 65 cc*. Universitas Indonesia. Diperoleh pada tanggal 25 September 2017 dari [lib.ui.ac.id](http://lib.ui.ac.id).
- Ihwanudin M., Agus Sholah, Anny Martiningsih. 2013. *Penggunaan Turbo Cyclone pada Kendaraan Bermotor Terhadap Emisi Gas Buang CO dan HC*. Jurnal Kajian Teknologi dan Kejuruan (Volum 38 No. 2). Hlm. 113 – 120. Didapat pada tanggal 26 September 2017 dari [journal.um.ac.id](http://journal.um.ac.id) .
- Kosjoko. 2002. *Pengaruh Turbo Cyclone 6 Sirip Tanpa Lubang Pada Intake Manifold Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Tak 100 cc*, Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jurnal elevasi vol. IV No. 17.
- Kristanto Phillip. 2015. *Motor Bakar Torak*. Andi Offset. Yogyakarta
- Meirega Rendy, Muhaji. 2013. *Pengaruh Variasi Sudut Sudu Turbo Cyclone Terhadap Unjuk Kerja Pada Kendaraan Honda Civic SR4*. UNESA. Surabaya. JTM. (Vol. 01 No. 02). Diperoleh pada tanggal 14 September 2017 dari [jurnalmahasiswa.unesa.ac.id](http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id).
- Mochammad. 2007. *Simulasi efek Turbo Cyclone Terhadap Karakteristik Aliran Udara Saluran Udara Sepeda Motor 4 tak 100 CC Menggunakan Computational Dynamics*. UNDIP Semarang. Didapatkan pada tanggal 14 September 2017 dari <https://ejurnal.undip.ac.id> .
- Mufarida Ana Nely. 2016, *Analisis prestasi kerja motor 4 tak dengan penggunaan turbo cyclone*, Universitas Muhammadiyah Jember,. (Vol. 01, No. 01).
- Novianto Rifky W. 2017. *Studi Eksperimental Octane Booster Menggunakan Generator Hidrogen Dengan Variasi Susunan Sel Generator Pada Motor Yamaha Mio 155CC Berbahan Bakar Pertalite*. Skripsi. Sukoharjo: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Putro Tunas A. 2017. *Studi Eksperimental Pengaruh Pemanfaatan Octane Booster Generator Gas HHO dengan Campuran Pertalite – Ethanol (E10) Sebagai Bahan Bakar Terhadap Performa Mesin Yamaha Mio 155 CC*. Skripsi. Sukoharjo: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Suliyono, dan Marsudi. 2013. *Pengaruh Penggunaan Turbo Cyclone dan Busi iridium Terhadap Emisi Gas Buang pada Motor Bensin 4 Tak*. UNESA. Surabaya. JTM. (Vol. 02 No. 02). Hal. 27-35.
- Utomo T. S. 2006. *Simulasi Efek Turbo Cyclone Terhadap Karakteristik Aliran Fluida Pada Saluran Udara Suatu Motor Bakar Menggunakan Computational Fluid Dynamics*. UNDIP Semarang. Diperoleh pada tanggal 26 September 2017 dari [docplayer.info](http://docplayer.info) .